



بررسی ساختار جمعیتی و تنوع زیستی فیتوپلانکتون دریاچه سد گلبلاغ استان کردستان

حبيب‌الله محمدی^{۱*}، سيد يوسف پيغمبری^۱، شهرام عبدلملکی^۲، مریم فلاحی^۳، رسول قربانی^۱، سيد عباس حسینی^۱

^۱ گروه تولید و بهره برداری آبریان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان

^۲ موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس‌ماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

^۳ پژوهشکده آبی پروری آب‌های داخلی ایران، بندر انزلی، گیلان

نوع مقاله:

چکیده

پژوهشی

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۴/۰۸/۱۹

اصلاح: ۹۴/۰۹/۲۲

پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۳

کلمات کلیدی:

ساختار جمعیتی

سد گلبلاغ

فیتوپلانکتون

دریاچه گلبلاغ با ظرفیت ۸/۱ میلیون متر مکعب در شرق استان کردستان قرار دارد. این مطالعه جهت بررسی ساختار جمعیتی و تنوع زیستی فیتوپلانکتون دریاچه گلبلاغ به مدت یک سال از پاییز ۱۳۹۲ تا تابستان ۱۳۹۳ انجام شد. در مجموع ۶ شاخه، ۲۲ خانواده و ۲۳ جنس از جوامع فیتوپلانکتونی دریاچه شناسایی شدند که به ترتیب بیشترین و کمترین جنس متعلق به شاخه دیاتومه‌ها (Bacillariophyta) و اوگنوفی‌ها (Euglenophyta) بود. همچنین میانگین تراکم سالانه فیتوپلانکتون (cell/ml) ۱۶۶۲ بود. دیاتومه‌ها (Bacillariophyta) با میانگین تراکم 1196 ± 840 (cell/ml) و فراوانی ۳۰ درصد و شاخه اوگنوفی‌ها (Euglenophyta) با میانگین تراکم ۷۹۱ (cell/ml) و فراوانی ۲ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین تراکم و فراوانی سالانه را به خود اختصاص دادند که در مقایسه با سایر شاخه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P < 0.05$). از نظر شاخص‌های تنوع زیستی مارگالف و شانون-وینر بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$) ولی بین زمان‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). به نظر می‌رسد دریاچه گلبلاغ از لحاظ تراکم فیتوپلانکتونی زیاد غنی نبوده که احتمالاً به دلیل خالی شدن مقدار زیادی از آب سد در هر سال به‌منظور کشاورزی و میانگین نسبتاً پایین سالانه دمای آب و دوره سه ماهه یخبندان می‌باشد.

مقدمه

مطالعات بوم‌شناختی منابع آبی در ایران و جهان سابقه‌ای نسبتاً طولانی دارد که بررسی پلانکتونی بخشی از این مطالعات محسوب می‌شود. گروه‌های فیتوپلانکتونی نقش مهمی را در چرخه ترکیبات مغذی و اجزای زنده و غیر زنده منابع آبی ساکن ایفا می‌کنند (Zheng *et al.*, 2012). همچنین بخش عمده منبع تغذیه زئوپلانکتون را شامل می‌شوند که زئوپلانکتون نیز به نوبه خود غذای اصلی ماهیان به شمار می‌رود (Esmailii, 2003). هر اکوسیستم آبی به لحاظ تولید مواد آلی و قرار گرفتن در قاعده هرم انرژی جزء ذخایر مهم و با ارزش به شمار می‌رود و سایر موجودات ضمن وابستگی به یکدیگر در زنجیره غذایی به طور مستقیم و غیر مستقیم به فیتوپلانکتون‌ها وابسته‌اند (Gharibkhani *et al.*, 2010). بنابراین شناخت آنها در هر منبع آبی

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: habibm64@gmail.com

از این لحاظ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و آگاهی از ترکیب و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها منجر به ایجاد تصویری روشن پیرامون سنجش یا اظهار نظر در رابطه با شرایط غذایی دریاچه و ارزیابی احتمالی یا استفاده بهینه از منبع آبی می‌شود. جوامع فیتوپلانکتونی نشان دهنده تغییرات محیطی در اکوسیستم‌های دریاچه‌ای هستند (Gholami *et al.*, 2006). تاکنون مطالعات مختلفی در مورد شناسایی فیتوپلانکتون و بررسی تنوع، پراکنش، تراکم جمعیتی و شاخص‌های تنوع زیستی آنها در ایران و جهان انجام شده است. Ahmadi (۱۹۸۷) فیتوپلانکتون‌های دریاچه هامون را مورد بررسی قرار داد. Makaremi و Sabkara تراکم و پراکنش پلانکتونی دریاچه سد ماکو (۲۰۰۴) همچنین پراکنش و فراوانی پلانکتونی و نقش آن‌ها در تالاب انزلی را در سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ مورد بررسی قرار دادند. Gholami (۲۰۰۶) تنوع گونه‌ای و اکولوژیک فیتوپلانکتون دریاچه بزنگان را مورد بررسی قرار داد. Gharibkhani و همکاران (۲۰۱۰) هم تنوع، تراکم و فراوانی فیتوپلانکتون تالاب استیل آستارا را مورد بررسی قرار دادند. در نقاط مختلف جهان نیز دانشمندان زیادی در این زمینه مطالعات متعددی انجام داده‌اند. به طوری که Walter و همکاران (۱۹۷۴) وضعیت فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و تولیدات اولیه در دو دریاچه آنتاریو (Ontario) و ارای (Erie) را مورد بررسی قرار دادند. Baykal و همکاران (۲۰۰۴) جلبک‌های پشت سد Devegecidi در ترکیه را مورد بررسی قرار دادند. همچنین Jun و همکاران (۲۰۰۶) مطالعه‌ای را در مورد اندازه‌گیری بیوماس فیتوپلانکتون‌ها انجام دادند. Stanca و همکاران (۲۰۱۳) مطالعه‌ای را در خصوص ریخت‌شناسی و شیوه تاثیر آن بر توزیع فیتوپلانکتون‌ها در اکوسیستم‌های آبی انجام دادند. Bovo-Scomparin و همکاران (۲۰۱۳) اثرات مخازن پشت سد را بر پراکنش و شاخص‌های زیستی فیتوپلانکتون‌ها بررسی کردند. با توجه به اهمیت مطالعه شناسایی و بررسی ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون و عدم هیچ مطالعه‌ای بر روی این دریاچه، مطالعه حاضر ضروری به نظر می‌رسید. سد مخزنی گلبلاغ استان کردستان با مساحتی حدود ۱۳۰ هکتار و ظرفیت اسمی ۸/۱ میلیون متر مکعب دارای عمق متوسط ۷ متر می‌باشد. این سد از نوع خاکی-مخزنی با هسته رسی بوده و هدف ساخت این دریاچه، کشاورزی و آبی‌پروری می‌باشد که در کنار آن صنعت توریسم نیز دایر است. در این دریاچه از سال ۱۳۸۷ به بعد شیلات استان کردستان اقدام به رهاسازی چهار گونه پرورشی کپورماهیان چینی نموده که ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) با بیشترین درصد رهاسازی (۷۵ درصد) به عنوان گونه اصلی برای رهاسازی معرفی شده است. با توجه به سیستم تغذیه‌ای ماهی فیتوفاگ که فیتوپلانکتون‌خوار می‌باشد بررسی ساختار جمعیتی و فراوانی فیتوپلانکتون دریاچه ضروری به نظر می‌رسید. لذا هدف این تحقیق شناسایی و بررسی تنوع، تراکم و فراوانی فیتوپلانکتون دریاچه گلبلاغ استان کردستان بوده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های نمونه برداری

سد مخزنی گلبلاغ در شرق استان کردستان و بر روی رودخانه اوزن دره احداث شده است و آب آن از این رودخانه و نزولات جوی تامین می‌شود. این دریاچه در ۱۵ کیلومتری شهر بیجار استان کردستان در موقعیت جغرافیایی ۳۵.۸۷ درجه شمالی و ۴۷.۵۲ درجه شرقی قرار گرفته است. با توجه به شکل، وسعت، عمق و موقعیت دریاچه (منطقه ورودی، وسط و نزدیک تاج سد) نمونه برداری‌ها از ۳ ایستگاه ثابت نمونه برداری در پیکره دریاچه انتخاب شد (شکل ۱).

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه

به منظور اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب، نمونه برداری در ۳ ایستگاه به صورت هر ۴۵ روز یک بار به مدت یک سال از اوایل پاییز ۹۲ شروع شد و تا اواخر تابستان ۹۳ با استفاده از روتنر از عمق‌های مختلف ادامه داشت. به دلیل شرایط یخبندان (از ۱۵ آذر تا ۲۰ اسفند ۹۲) در فصل زمستان فقط یک بار نمونه برداری انجام شد. بعضی از فاکتورهای فیزیکی و

شیمیایی از قبیل pH، دما، هدایت الکتریکی^۱، اکسیژن محلول، شفافیت در محل نمونه برداری به وسیله دستگاه مولتی پارامتر پرتابل مدل مولتی ۳۴۰ آی^۲ و بقیه عوامل فیزیکوشیمیایی (از قبیل شوری، ازت کل، فسفر کل) در آزمایشگاه آنالیز شیمیایی سازمان حفاظت محیط زیست استان کردستان با استفاده از روش کار استاندارد برای آزمایش آب ارائه شده توسط انجمن بهداشت عمومی آمریکا^۳ ۲۰۰۵ انجام گرفت.



شکل ۱. سه ایستگاه نمونه برداری تعیین شده در دریاچه گلباغ

نمونه برداری از فیتوپلانکتون‌ها

نمونه برداری از فیتوپلانکتون‌ها با توجه به عمق متوسط پایین دریاچه (در سالهای گذشته ۷ متر و میانگین یک ساله در مطالعه حاضر حدود ۵ متر) از لایه سطحی و نورگیر دریاچه پایین تر از ۰/۵ متر توسط نمونه بردار روتنر انجام شد. سه نمونه نیم لیتری از هر ایستگاه به ظرف نمونه منتقل و در نهایت با فرمالین ۴ درصد تثبیت و جهت مطالعه به آزمایشگاه منتقل شد. روش نمونه برداری و محاسبه تراکم جمعیتی فیتوپلانکتون‌ها با استفاده از منابع (Sorina, 1978; Boney, 1989) و شناسایی نمونه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی (Maosen, 1983; Sourina, 1978; Presscot, 1970; Edmonson, 1959) انجام شد. در آزمایشگاه، نمونه‌های فیتوپلانکتونی بعد از همگن کردن توسط پیپت به لام ۱ میلی لیتری سدویک رافت^۴ جهت شناسایی و شمارش منتقل و پس از زمان کافی (حداقل نیم ساعت) جهت رسوب، به وسیله میکروسکوپ به طور کمی و کیفی بررسی شدند. جهت تعیین تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌های دریاچه به لحاظ مکانی و زمانی، شاخص‌های تنوع مارگالف و شانون-وینر برای محاسبه استفاده شد. فرمول محاسبه شاخص مارگالف به صورت مقابل می‌باشد (Margalef, 1958):

$$D = \frac{S-1}{\ln N}$$

D در این فرمول شاخص تنوع زیستی و S برابر است با تعداد گونه‌ها و N تعداد افراد می‌باشد. همچنین شاخص شانون-وینر به این شرح می‌باشد (Shannon-Weiner 1963):

$$H = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{N_i}{N} \ln \frac{N_i}{N} \right)$$

در این فرمول H شاخص تنوع گونه‌ای، N تعداد کل جمعیت افراد، N_i تعداد جمعیت گونه ام و S تعداد کل گونه‌هاست. برای آنالیز داده‌ها از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۱، و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف^۵ بررسی و سپس داده‌ها آنالیز شدند.

¹ EC

² Molt340i

³ APHA

⁴ Sedgewick rafter

⁵ Kolmogorov-Smirnov

نتایج

نتایج آنالیز و پایش عوامل فیزیکی و شیمیایی سد گلبلاغ استان کردستان در جدول ۱ نشان داده شده است. در طول دوره مطالعه لایه بندی حرارتی مشاهده نشد. با توجه به کم آبی حاکم بر منطقه مورد مطالعه و استفاده از آب این سد جهت مصارف کشاورزی در اواخر فصل بهار و تابستان، سطح آب دریاچه به شدت کاهش یافت.

جدول ۱. نتایج عوامل فیزیکی و شیمیایی دریاچه پشت سد گلبلاغ

عمق (m)	شوری (ppt)	Tot N (mg/l)	Tot P (mg/l)	شفافیت (Cm)	DO (mg/l)	EC	pH	دمای آب (c)	پارامترها ماهها
۲/۳±۱/۳	۰/۵۳±۰/۱	۲/۲۹±۰/۲	۰/۳۳±۰/۰۷	۲۷±۴	۶/۵۵±۰/۳	۱۴۸۱±۲۵۲	۸/۳۰±۰/۶	۹/۹۰±۰/۲	آبان
۵/۳۸±۲/۱	۰/۴۷±۰/۱	۲/۹۹±۰/۴	۱/۲۶±۰/۱۳	۹۰±۱۷/۳	۵/۰۸±۰/۲	۱۳۶۱/۷±۱۳/۴	۸/۲۷±۰/۲	۷/۵۷±۱/۷	اسفند
۶/۰۳±۲/۲	۰/۴۳±۰/۱	۲/۶۵±۰/۲	۱/۳۹±۰/۱۲	۶۶/۶۷±۱۴/۱	۶/۳±۰/۱	۱۴۲۲±۷/۲	۸/۶۶±۰/۱	۱۶/۳۳±۱/۱	اردیبهشت
۴/۷۷±۲/۱	۰/۴۷±۰/۱	۱/۵۶±۰/۱	۰/۳۰±۰/۰۱	۵۸/۳۳±۱۷/۶	۶/۲۵±۰/۴	۱۴۳۹/۷±۴۰	۷/۹۳±۰/۱	۲۰/۳۳±۰/۳	خرداد
۲/۶۷±۱	۰/۵۷±۰/۱	۲/۰۹±۰/۳	۰/۳۷±۰/۰۳	۲۹/۶۷±۵	۶/۵±۰/۳	۱۴۵۷/۳±۴۲	۸/۰۲±۰/۱	۲۲/۸۳±۰/۶	مرداد
۳/۱۱±۰/۴۵	۰/۶۵±۰/۱	۲/۲۵±۰/۲	۰/۶۱±۰/۳	۲۸/۵۰±۷/۸	۵/۹۵±۰/۱	۱۶۱۳±۶۷/۹	۷/۸۵±۰/۹	۱۹/۵±۰/۷	شهریور

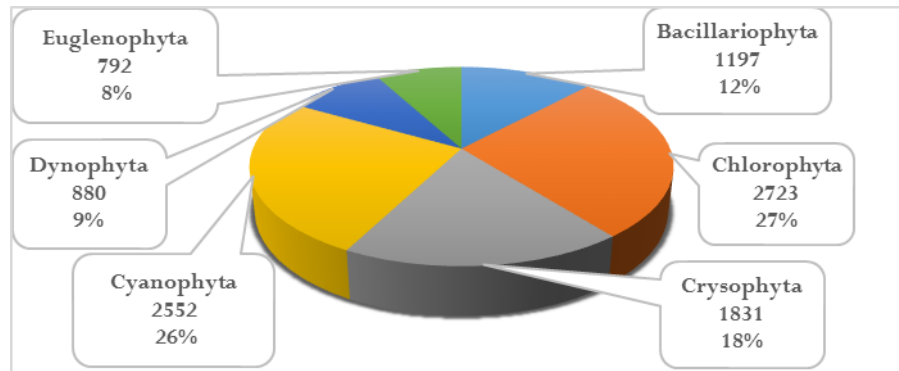
در این بررسی در مجموع ۶ شاخه، ۲۲ خانواده و ۲۳ جنس از فیتوپلانکتون شناسایی شدند که از این میان ۱۰ جنس متعلق به شاخه Bacillariophyta، ۶ جنس متعلق به شاخه Chlorophyta، ۴ جنس متعلق به شاخه Cyanophyta، یک جنس متعلق به Euglenaophyta، یک جنس متعلق به Crysophyta و یک جنس متعلق به شاخه Dynophyta بودند (جدول ۲). از جنس‌های غالب که در طول سال در اکثر ماه‌ها مشاهده شدند می‌توان به جنس‌های *Chlorella*، *Diatoma*، *Navicula*، *Nitzschia*، *Synedra*، *Dictyosphaerium*، *Scenedesmus*، *Pediastrum* و *Merismopedia* اشاره کرد.

جدول ۲. لیست شاخه‌ها، خانواده‌ها و جنس‌های شناسایی شده در دریاچه پشت سد گلبلاغ

جنس	خانواده	شاخه	جنس	خانواده	شاخه
<i>Chlorella</i>	Chlorellaceae	Chlorophyta	<i>Amphora</i>	Catenulaceae	Bacillariophyta
<i>Dictyosphaerium</i>			<i>Caloneis</i>	Naviculaceae	
<i>Pediastrum</i>	Hydrodictyaceae		<i>Cocconeis</i>	Cocconeidaceae	
<i>Scenedesmus</i>	Scenedesmaceae		<i>Diatoma</i>		
<i>Selenastrum</i>	Selenastraceae		<i>Gyrosigma</i>	Pleurosigmataceae	
<i>Tetradron</i>	Chlorococcaceae		<i>Melosira</i>	Melosiraceae	
<i>Dinobryon</i>	Dinobryaceae		<i>Navicula</i>	Naviculaceae	
<i>Anabna</i>	Nostocaceae		<i>Nitzschia</i>	Bacillariaceae	
<i>Merismopedia</i>	Merismopediaceae	Cyanophyta	<i>Synedra</i>	Fragilariaceae	
<i>Microcystis</i>	Microcystaceae		<i>Tabellaria</i>	Tabellariaceae	
<i>Rhabdoderma</i>	Synechococcaceae		<i>Gymnodinium</i>	Gymnodiniaceae	Dynophyta
			<i>Euglena</i>	Euglenaceae	Euglenophyta

در این بررسی میانگین تراکم سالیانه فیتوپلانکتونی ۱۶۶۲ سلول در میلی‌لیتر به دست آمد. شاخه Chlorophyta و Cyanophyta به ترتیب با میانگین تراکم ۲۷۲۳ و ۲۵۵۲ سلول در میلی‌لیتر و فراوانی ۲۷ و ۲۶ درصد از کل جمعیت بیشترین فراوانی را داشته و شاخه Euglenaophyta با میانگین تراکم ۷۹۲ سلول در میلی‌لیتر و حدود ۸ درصد جمعیت را

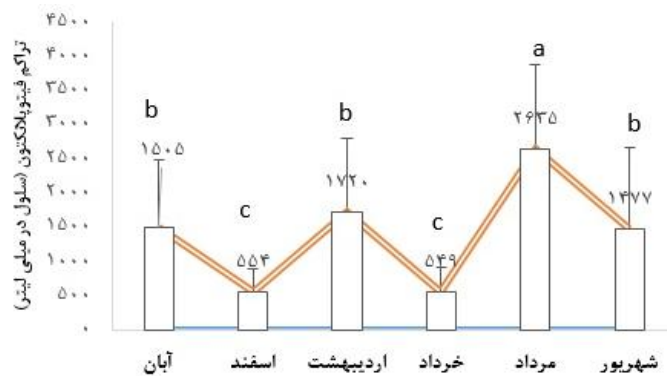
شامل شده و کمترین تراکم را داشته است که در مقایسه با سایر شاخه‌ها دارای اختلاف معنی دار بودند ($P < 0.05$). همچنین شاخه‌های *Crysochyta*، *Bacillariophyta* و *Dynophyta* با تراکم‌های به ترتیب ۱۸۳۱، ۱۱۹۷ سلول در میلی‌لیتر و ۸۸۰ و ۱۲، ۱۸ درصد در جایگاه‌های بعدی قرار دارند (شکل ۲).



شکل ۲. میزان میانگین تراکم سالیانه شاخه‌ها (سلول در میلی‌لیتر) در دریاچه پشت سد گلبلاغ

در مورد تغییرات سالانه تراکم فیتوپلانکتون و درصد فراوانی، مرداد با تراکم سلول در میلی‌لیتر ۲۶۳۴ و ۳۱/۲۲ درصد از کل جمعیت سال دارای بیشترین مقدار و اسفند و خرداد به ترتیب با تراکم ۵۵۴ و سلول در میلی‌لیتر ۵۴۹ و فراوانی ۶/۵۶ و ۶/۵۱ درصد توأمأ دارای کمترین تراکم و فراوانی هستند (شکل ۳).

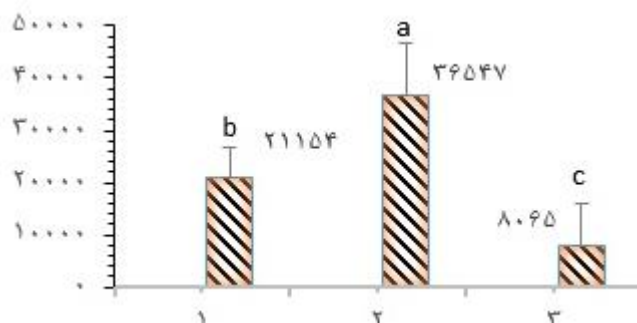
جدول ۳. درصد فراوانی جمعیت فیتوپلانکتون در سال



ماه‌ها	درصد فراوانی (%)
آبان	۱۷/۸۳
اسفند	۶/۵۶
اردیبهشت	۲۰/۳۷
خرداد	۶/۵۱
مرداد	۳۱/۲۲
شهریور	۱۷/۵۱

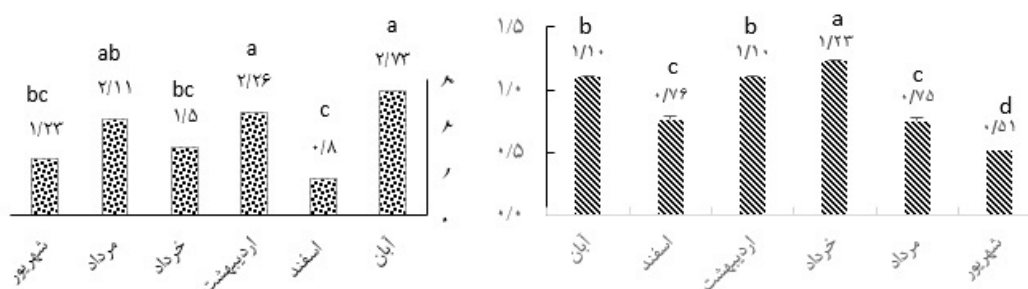
شکل ۳. میانگین تراکم فیتوپلانکتون در سال (سلول در میلی‌لیتر)

در مقایسه تراکم فیتوپلانکتون بین ایستگاه‌ها، ایستگاه ۲ با تراکم سلول در میلی‌لیتر ۳۶۵۴۶ دارای بیشترین میزان و ایستگاه ۳ با تراکم (سلول در میلی‌لیتر) ۸۰۶۵ کمترین میزان بود (شکل ۴) که این اختلاف معنی دار می باشد ($P < 0.05$).

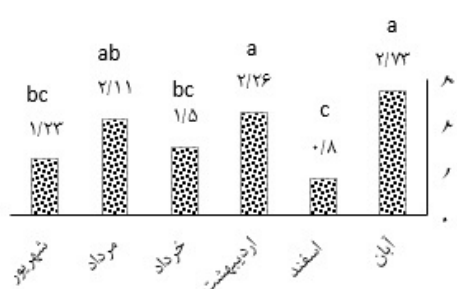


شکل ۴. میانگین تراکم فیتوپلانکتون در ایستگاه‌های مختلف در سال (سلول در میلی‌لیتر)

همچنین مقایسه شاخص‌های تنوع مارگالف و شانون-وینر بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری نشان نداد ولی بین زمان‌های نمونه برداری دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P < 0.05$). بر این اساس شاخص شانون-وینر در اسفندماه با ۰/۸ دارای کمترین میزان و در آبان و اردیبهشت به ترتیب با ۲/۲۶ و ۲/۳۷ دارای بیشترین میزان بودند (شکل ۵). بیشترین میزان شاخص مارگالف در خردادماه با ۱/۲۳ و کمترین میزان در مرداد ماه با ۰/۵ مشاهده شد (شکل ۶).



شکل ۵. میانگین سالانه شاخص شانون-وینر



شکل ۶. میانگین سالانه شاخص مارگالف

بحث

فیتوپلانکتون از مهم‌ترین عناصر زنده اکوسیستم‌های آب‌های ساکن بوده که به عنوان تولیدکننده در چرخه زیستی این اکوسیستم‌ها نقش مهمی را ایفا می‌کنند. با توجه به اهمیت جوامع فیتوپلانکتونی مطالعات متعددی با اهداف مختلف از قبیل شناسایی، پراکنش و فراوانی آنها در منابع آبی مختلف در ایران و سایر نقاط جهان انجام شده است و شاخه‌ها و جنس‌های متفاوتی از آنها را شناسایی کرده‌اند. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که میانگین تراکم سالانه فیتوپلانکتون در دریاچه سد گلبلاغ ۱۶۶۲ سلول در میلی‌لیتر می‌باشد. نتیجه حاصل در مقایسه با میانگین تراکم سالانه دریاچه سد تهم زنگان که مطالعات آن توسط Mirzajani و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد با میانگین ۲۰۰۰ سلول در میلی‌لیتر و نتایج مطالعات Sabkara و Makaremi (۲۰۰۴) در مورد دریاچه سد ماکو با تراکم ۱۰۰۰ سلول در میلی‌لیتر مشابهت دارد. اما در مقایسه با نتایج مطالعات Gharibkhani و همکاران در مورد تالاب استیل آستارا (۲۰۱۰) با تراکم ۱۲۳۸۷ سلول در میلی‌لیتر و مطالعات دریاچه سد خندق‌لو توسط Abdolmaleki و همکاران (۲۰۱۵) با متوسط تراکم سالانه ۸۴۰۰۰ سلول در میلی‌لیتر کمتر می‌باشد. می‌توان گفت علت تراکم نسبتاً بالای فیتوپلانکتونی در تالاب انزلی و استیل آستارا میانگین عمق، دمای آب، وسعت، غلظت مواد مغذی توسط رودخانه‌های مختلف (Gharibkhani et al., 2010) و همچنین دریاچه سد خندق‌لو به دلیل یوتروف بودن و مواد مغذی فراوان می‌باشد (Abdolmaleki et al., 2015). در کل می‌توان گفت که میانگین تراکم سالانه فیتوپلانکتون‌های دریاچه گلبلاغ نسبتاً پایین می‌باشد.

بیشترین تراکم و فراوانی میانگین سالانه فیتوپلانکتون‌ها مربوط به دو شاخه Chlorophyta و Cyanophyta بود. این نتیجه به نتایج حاصل از مطالعه دریاچه خندق‌لو توسط عبدالملکی و همکاران (۲۰۱۵) نزدیک است. نتایج مطالعه آنها نشان داد که شاخه Chlorophyta با ۱۸ جنس بیشترین تعداد جنس‌های فیتوپلانکتونی را به خود اختصاص داده‌اند اما غالبیت با شاخه Cyanophyta بوده که ۷۴/۳ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی را در طول تحقیق دارا بوده است. Makaremi و Sabkara (۲۰۰۴) نیز پس از مطالعه فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد ماکو ۵ شاخه و ۴۸ جنس را شناسایی کردند. در نتایج آنها شاخه‌های Chlorophyta و Crysophyta به ترتیب با ۲۱ و ۱۲ جنس دارای بیشترین فراوانی سالانه بودند. همچنین قریب‌خانی و همکاران (۱۳۸۸) مطالعاتی در خصوص تنوع و فراوانی فیتوپلانکتون تالاب استیل آستارا انجام دادند. آنها در مطالعه خود ۱۰ شاخه و ۴۲ جنس از فیتوپلانکتون را شناسایی کردند که شاخه Chlorophyta با دارا بودن ۱۷ جنس و شاخه Cyanophyta با ۶ جنس و همچنین فراوانی حدود ۹۳/۳۴ درصد کل فیتوپلانکتون‌ها در سال دارای بیشترین تراکم و فراوانی

بودند. همچنین Becker Nevers و Whitman (۲۰۰۴) در آمریکا ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون‌های پنج دریاچه بزرگ را به مدت دو سال مورد مطالعه قرار دادند که در مجموع ۱۱۷ گونه را شناسایی کردند. در مطالعه آنها Chlorophyta و Cyanophyta به ترتیب با ۳۱ و ۱۰ گونه در جایگاه دوم و سوم فراوانی سالانه فیتوپلانکتون‌ها قرار گرفتند. نتایج مطالعات لیمنولوژی دریاچه سد تهم زنگان توسط Mirzajani و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که فراوانی سالانه شاخه‌های Chlorophyta و Bacillariophyta از سایر شاخه‌ها بیشتر است و به عنوان شاخه‌های غالب دریاچه محسوب می‌شوند. غالبیت این دو شاخه به عنوان شاخص اولیگوتروفی دریاچه نیز به حساب می‌آیند (Mirzajani *et al.*, 2013). این نتیجه می‌تواند با نتایج مطالعه حاضر تا حد زیادی همخوانی داشته باشد.

همچنین شاخه Euglenaophyta دارای کمترین میزان میانگین تراکم سالانه بود. در مطالعات Sabkara و Makaremi (۲۰۰۴) در مورد دریاچه سد ماکو، شاخه Euglenaophyta و Cyanophyta با سهم ۱ درصد از تراکم سالانه فیتوپلانکتون‌ها جزو شاخه‌های با کمترین فراوانی و تنوع بودند. Kamali Sanzighi و Rahimi (۲۰۱۵) در مطالعه خود تحت عنوان جوامع فیتوپلانکتونی و شاخص آلودگی ساپروبی استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی شرق استان گلستان نشان دادند که شاخه Euglenaophyta با ترکیب ۵ درصد از کل فراوانی جوامع فیتوپلانکتونی دارای کمترین میزان می‌باشد. اما در مطالعات Gharibkhani و همکاران (۲۰۱۰)، شاخه Cyanobacteria با میانگین ۳ سلول در میلی‌لیتر و فراوانی ۰/۰۰۱ درصد کمترین تراکم و فراوانی سالیانه فیتوپلانکتونی را به خود اختصاص داد.

در مورد تغییرات سالانه و فصلی تراکم فیتوپلانکتون سد گلبلاغ، در مرداد بیشترین تراکم و در اسفند و خرداد با هم کمترین تراکم مشاهده شد. همچنین اردیبهشت و آبان نیز با تراکمی نزدیک به هم بعد از مرداد قرار می‌گیرند. در اینجا دو نکته لازم به ذکر است، نخست اینکه هدف ساخت این سد برای مصارف کشاورزی بوده و استفاده از آب دریاچه برای آبیاری زمین‌های پایین دست سد از اواخر اردیبهشت ماه شروع می‌شود و با کاهش بارندگی و افزایش تبخیر روند کاهش تغییرات حجم آب از این ماه به بعد مشاهده می‌شود. مطابق جدول ۱ در آبان و مرداد شاهد کمترین میزان عمق متوسط آب دریاچه (حدود ۲/۳ متر) هستیم. این کاهش عمق آب می‌تواند بر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه تاثیرگذار باشد. دوم دوره سه ماهه یخبندان دریاچه است که از اواسط آذر شروع و تا اواسط اسفند ماه معمولاً ادامه می‌یابد. نتایج حاصل از مطالعه Gharibkhani و همکاران (۲۰۱۰)، در مورد دریاچه سد ارس نشان داد که فصل تابستان با تراکم فیتوپلانکتونی ۴۶۸۰۱ سلول در میلی‌لیتر و فراوانی ۹۴/۳۴ درصد بیشترین میزان تراکم و فراوانی فیتوپلانکتونی را به خود اختصاص داده است که از نظر آماری افزایش معنی داری را در مقایسه با سایر فصول نشان می‌دهد ($P < 0.05$). فصل زمستان نیز با تراکم ۱۴ سلول در میلی‌لیتر و ۰/۰۳ درصد اگر چه کمترین میزان تراکم و فراوانی فیتوپلانکتونی را در مقایسه با فصول بهار و تابستان به خود اختصاص داده بود اما این کاهش از نظر آماری دارای اختلاف معنی داری با فصل پاییز نبود ($P < 0.05$). نتایج Gharibkhani و همکاران (۲۰۱۰) همچنین نشان داد که فصل تابستان با تراکم ۴۶۸۰۱ سلول در میلی‌لیتر و فصل زمستان با تراکم ۱۴ سلول در میلی‌لیتر به ترتیب بیشترین و کمترین تراکم سالیانه فیتوپلانکتونی را دارا هستند که در مقایسه با سایر فصول دارای اختلاف معنی دار آماری بودند. در واقع در فصل تابستان به علت افزایش دما و کاهش سطح آب غلظت مواد آلی در آب به شدت افزایش یافته و شرایط برای رشد و تکثیر گونه‌هایی که در برابر بار آلودگی حاصل از مواد آلی مقاوم‌تر هستند فراهم آید (Mohebi *et al.*, 2013). همچنین طبق نتایج حاصل از بررسی‌های Nejatkhah manavi و همکاران (۲۰۱۱)، میانگین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصول مختلف تفاوت معنی داری را با یکدیگر نشان دادند و در فصل بهار نسبت به فصل پاییز و زمستان تراکم و تنوع پلانکتونی بیشتری مشاهده شد. Khodaparast در مطالعات جامع تالاب انزلی (۲۰۰۰) و Sabkara و Makaremi در مطالعات سدهای ماکو (۲۰۰۰)، ارس (۲۰۰۲) و حسنلو (۲۰۰۳) و Haidari و Mohammadjani در مطالعه سد مهاباد (۲۰۰۰) نشان داده‌اند که بیشترین تراکم فیتوپلانکتونی در دو زمان اتفاق می‌افتد، یکی در تابستان که درجه حرارت مناسب است و دومین قله مطابق روند طبیعی تالابها و دریاچه‌ها در اوایل مهر و آبان مشاهده می‌شود (Abdolmaleki *et al.*, 2015). فیتوپلانکتون‌ها در اکثر دریاچه‌های جهان به میزان زیادی تحت تاثیر تغییرات فصلی هستند. از عوامل مهمی که ساختار

اجتماعات فیتوپلانکتونی را در فصول مختلف سال تغییر می‌دهد می‌توان به فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و مواد غذایی ضروری و بیولوژیک (نرخ رشد و فشار چرندگان) اشاره نمود که سبب کنترل جمعیت فیتوپلانکتون از طریق تغییر ترکیب گونه‌ای، زی‌توده و الگوهای تولید می‌گردند (Fallahi et al., 2015; Gharibkhani et al., 2010). از این رو جایگزینی برخی از شاخه‌ها با شاخه‌های دیگر، غالب شدن آنها در فصول خاص و توالی فیتوپلانکتونی در اکوسیستم‌های فوق و از جمله دریاچه سد گلبلاغ را می‌توان به این عوامل نسبت داد. بعد از مرداد در آبان و اردیبهشت بالاترین فراوانی و تراکم فیتوپلانکتون مشاهده شد. این اختلاف در قله دوم تولید که برخلاف حالت معمول در دریاچه‌های مناطق معتدله می‌باشد، می‌تواند به دلیل کاهش شدید آب دریاچه در تابستان و خشکسالی حاکم بر منطقه طی چند سال اخیر باشد. فراوانی فیتوپلانکتون در فصول مختلف سال تغییر می‌نماید، همچنین فراوانی و تراکم در مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و نیمه قطبی متفاوت می‌باشد که این نوسانات به وسیله فاکتورهای متعددی از قبیل میزان نور و مواد مغذی کنترل می‌شود (Khatami et al., 2013). در مقایسه تراکم فیتوپلانکتون‌ها بین ایستگاه‌ها، ایستگاه ۲ (وسط دریاچه) دارای بیشترین میانگین تراکم سالانه بود که این اختلاف با سایر ایستگاه‌ها معنی دار بود ($P < 0.05$). در مطالعه Mohebi و همکاران (۱۳۹۱) در مورد سد ارس بیشترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه وسط دریاچه و کمترین تراکم در ایستگاه تاج سد مشاهده شد.

شاخص مارگالف در خرداد (۱/۲۳) دارای بیشترین مقدار و در شهریور (۰/۵۱) دارای کمترین میزان می‌باشد. همچنین شاخص تنوع زیستی شانون در آبان (پاییز) و اردیبهشت (بهار) بیشترین و در اسفند کمترین تنوع فیتوپلانکتونی را نشان می‌دهد. از نظر تئوری کاربرد برای توصیف اجتماعات بیولوژیک، مقدار زیاد شاخص تنوع زیستی نشانه اکوسیستم سالم تر است (Porgholam et al., 2015) و می‌توان گفت در این مواقع وضعیت تنوع زیستی اکوسیستم بهتر است. میانگین سالانه کل این شاخص در سد گلبلاغ حدود ۱/۷۷ می‌باشد و در مقایسه با دریاچه بزنگاه (Gholami et al., 2006) حدود ۲/۷۸ کمتر می‌باشد. در دریاچه بزنگاه بیشترین مقدار مربوط به تابستان و کمترین مقدار مربوط به زمستان می‌باشد. اما میانگین کل شاخص شانون سد گلبلاغ نسبت به دریاچه سد ارس (Mohebi et al., 2013) با میانگین ۱/۲۷ بیشتر است. در دریاچه ارس بیشترین مقدار مربوط به پاییز و زمستان (۱/۵) و کمترین مقدار مربوط به تابستان می‌باشد. تمام فاکتورهای زیستی و غیرزیستی (فیزیکی و شیمیایی) هر محیط آبی بر ترکیب گونه‌ای و زی‌توده فیتوپلانکتون تأثیرگذار است و فراوانی و تنوع آنها را تغییر می‌دهد (Naz and Turkman, 2005). از عوامل محیطی مهم تغییردهنده ساختار اجتماعات فیتوپلانکتونی می‌توان به عوامل فیزیکی (نور، شوری، اکسیژن، pH، دما)، جریان‌های شیمیایی، مواد غذایی ضروری و عوامل زیستی اشاره کرد (King et al., 2002). همچنین تراکم موجودات فیتوپلانکتون خوار، تغییر در آب و هوا و هیدرولوژی آب، سختی کل، عمق آب و سایر موارد از جمله عواملی هستند که می‌توانند در توزیع و تنوع جوامع فیتوپلانکتونی دخالت داشته باشند (Gharibkhani et al., 2010).

بنابراین با توجه به این که سد گلبلاغ کردستان با هدف کشاورزی ساخته شده و اهداف شیلاتی و توریستی در کنار آن به عنوان اهداف ثانویه می‌باشد، یکی از مهمترین عواملی که در پایین بودن تراکم فیتوپلانکتون تأثیرگذار است خالی شدن مقدار زیادی از آب سد در هر سال برای آبیاری زمین‌های کشاورزی می‌باشد. این خالی شدن آب، مقدار زیادی مواد مغذی مثل فسفر و ازت و همچنین جمعیت‌های مختلفی از فیتوپلانکتون‌ها را از دسترس خارج می‌کند و از افزایش و انباشت مواد مغذی در دریاچه جلوگیری می‌کند که در نهایت باعث کاهش تراکم فیتوپلانکتون می‌شود. عامل مهم بعدی که در کاهش جمعیت فیتوپلانکتون موثر است فشار تغذیه ماهی فیتوفاگ است که از سال ۱۳۸۷ هر سال توسط شیلات استان رهاسازی و بعد از رشد کافی توسط تعاونی صیادی صید می‌شوند. همچنین می‌توان به میانگین نسبتاً پایین سالانه دمای آب (حدود ۱۳/۵ °C) و دوره سه ماهه یخبندان اشاره کرد.

منابع

- Abdolmaleki, Sh., Mirzajani, A., Khodaparast, S.H., Saberi, H., Babaii, H., Sabkara, F.J., Makaremi, M., Khatibhaghghi, S., Ghaninejhad, D., Yosefzad, A., Naorozi, H., Nahrevar, M.R., Khedmati, K., Nikpor, M., Rastin, R., Mohsenpor, H. 2014. Limnological study of Khandaghlo Reservoir of Zanjan Province. Iranian Fisheries Research Organization. 207 p. (in Persian).
- Abdolmaleki, Sh., Sabkara, J., Shomali, M., Abbasi, K., Ghane, A., Mirhasheminasab, F. 2001. Limnological study of Mahabad Reservoir. Iranian Fisheries. 157 p. (in Persian).
- Ahmadi, M.R. 1988. Phytoplankton study of Hamoon Lake and surrounding waters. Journal of Natural Resources of Iran. 46: 9-26. (in Persian).
- American public health Association. 2005. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. USA. 1193 P.
- Baykal, T., Acikgoz, I., Yildiz, K., Bekleyen, A. 2004. A study on algae in devegeçidi dam lake. Turkey Journal of Botani. 28: 457-472.
- Becker Nevers, M., Whitman, R. L. 2004. Characterization and comparison of phytoplankton in selected lakes of five Great Lakes Area National Parks. Aquatic Ecosystem Health & Management. 7(4): 515-528.
- Boney, A.D. 1989. Phytoplankton. Edward Anroid. British Library Cataloguing Publication Data. 118 p.
- Bovo-Scomparin, V.M., Train, S., Rodrigues, L.C. 2013. Influence of reservoirs on phytoplankton dispersion and functional traits: a case study in the Upper Paraná River, Brazil. Hydrobiologia. 702(1): 115-127.
- Edmonson, W.T. 1959. Fresh Water Biology. John Wiley and Sons Inc. New York. 1248 p.
- Esmailii, A. 2003. Pollutant, health and standard in environment conservation. Naghshe Mehr Publications. 767 p. (in Persian).
- Fallahi, M., Jamili, Sh., Hosaini, M. 2015. The study of effects of nutrients on phytoplankton density and diversity in Babolrood of Mazandaran Province. The second National Environmental Conference. 9 p. (in Persian).
- Gharibkhani, M., Mostafa, T.M., Ramazanpour, Z., Chobian, F. 2010. Study of phytoplankton diversity and density in Estill lagoon of Astara. Journal of Fisheries. 3(4): 1-15. (in Persian).
- Gholami, A., Ejtehadi, H., Ghasemzadeh, F. 2006. Study of phytoplankton diversity and ecologic of Bezangah Lake. Journal of Iranian Fisheries. 14(2): 73-91. (in Persian).
- Jun, S., Dongyan, L., Shuben, Q. 2006. Study on phytoplankton biomass. Phytoplankton measurement biomass from cell volume or plasma volume. Acta Oceanologica Sinica. 1999 P.
- Kamali Sanzighi, M., Rahimi, A. 2015. Phytoplankton community and saprobic Index of warm water fish culture in the east of Golestan Province (Case study: Gonbade Kaoos). Journal of Aquatic Ecology. 4: 62-72. (in Persian).
- King, L., Jones, R.I., Barker, P. 2002. Seasonal variation in the Epilittic algal communities from four lakes of different trophic state. Archive for Hydrobiology. 154: 177-198.
- Makaremi, M., Sabkara, J., Kafashmohammadjani, T. 2006. Phytoplankton identification and distribution in different parts of Anzali wetland and Caspian Lake shore. Iranian Scientific Fisheries Journal. 1: 129-149. (in Persian).
- Maosen, H. 1983. Freshwater plankton illustration. Agriculture publishing house. 85 p.
- Maranon, E. 2015. Cell size as a key determinant of phytoplankton metabolism and community structure. Annual Review Marin Sciences. 7: 241-64.
- Margalef, D.R. 1958. Information theory in ecology. General Systems. 3: 36-71.
- Mirzajani, A., Abbasi, K., Sabkara, J., Abdini, A., Saiadorani, M. 2013. Limnological study of oligo-mesotrophic Lake of Tahm in Zanjan Province. Journal of Iran Biology. 25(1): 74-90. (in Persian).
- Mohamadjani, T., Haidari, A. 1993. Phytoplankton identification and distribution in Caspian Lake. Iranian Fisheries Research Organization. Researches Center of Guilan. 85 p. (in Persian).
- Mohebi, F., Mohsenporazari, A., Asem, A. 2013. Study of populations phytoplankton and community index in the Aras Reservoir. Iranian Journal of Biology. 25(2): 316-328.
- Naz, M., Turkman, M. 2005. Phytoplankton biomass and species composition of Lake G. Ibaşý (Hatay-Turkey). Turkey Journal of Biology. 29: 49-56.
- Nejatkhahmanavi, P., Mahdavi, M., Frozd, M. 2011. Plankton community and water quality study in Bandalikhan wetlands. Journal of Sciences and Environment Technology. 12(1): 149-153. (in Persian).
- Porgholam, R., Tahami, F., Kaihansani, A. 2015. Seasonal variation of phytoplankton in the southern waters of the Caspian lake. Journal of Animal's Research. 27(3): 307-318. (in Persian).
- Presscot, G.W. 1970. The freshwater algae. W.M.C. Brown Company publishing. Iowa. U.S.A. 348 P.

- Sabkara, J., Makaremi, M. 2004. Plankton distribution and density of Maku reservoir. *Journal of Iranian Fisheries Sciences*. 12(2): 29-46. (in Persian).
- Sadeghi mazidi, S., Ahmadi, M., Taherizadeh, M. 2012. Study of plankton distribution and density of Bandar Abbas waters. *Journal of Aquatic and Fisheries*. 2(7): 61-69. (in Persian).
- Shannon, C.E., Weaver, W. 1963. *The Mathematical theory of communication*. University of Illinois press, Urbana, Illinois, USA. 125 p.
- Sourina, A. 1978. *Phytoplankton manual*. United nations educational, scientific & culture organization. 337 p.
- Stanca, E., Cellamare, M., Basset, A. 2013. Geometric shape as a trait to study phytoplankton distributions in aquatic ecosystems. *Hydrobiologia*. 701(1): 99-116.
- Stephens, D.W., Gillespie, D.M. 1976. Phytoplankton production in the Great Salt Lake, Utah, and a laboratory study of algal response to enrichment. *Limnology and Oceanography*. 21(1): 74-87.
- Walter, A., Glooschenko, J.E., Moore, M.M., Vollenweider, R.A. 1974. Primary Production in Lakes Ontario and Erie: A Comparative Study. *Journal of Fisheries Research Board Canada*. 31: 253-263.
- Zheng, W., Shi, H., Song, X., Huang, D., Hu, L. 2012. Simulation of phytoplankton biomass in Quanzhou Bay using a back propagation network model and sensitivity analysis for environmental variables. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. 30(5): 843-851.